PREFEITURA DO RECIFE

			DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA
SECRETARIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS		EMITENTE **EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA**	
REFERÊNCIA VOL.3/ ES-C04	ASSUNTO: **DIRETRIZES EXECUTIVAS DE SERVIÇOS DE GEOTECNIA** Diretrizes Executivas de Serviços para Rebaixamento e Proteções Superficiais		DATA 2004

DIRETRIZES EXECUTIVAS DE SERVIÇOS

ES-C04

REBAIXAMENTOS E PROTEÇÕES SUPERFICIAIS

DOCUMENTO DE CIRCULAÇÃO EXTERNA

,

ÍNDICE **PÁG.**

1. OBJETO E OBJETIVO

O objeto deste documento são as Diretrizes Executivas de Serviços da PCR, e o objetivo é a padronização dos critérios para a execução de rebaixamento de lençol d'água e padronização dos critérios para execução para proteção superficial de taludes no âmbito da Prefeitura do Município de Recife.

2. REFERÊNCIAS

- LEONARDS, G. A – "Foundation Engineering" – Capítulo 3 , página 346;
- NBR-5732/ABNT – "Cimento Portland Comum";
- NBR-7211/ABNT – "Agregado para Concreto";
- NBR-7215/ABNT – "Cimento Portland – Determinação da Resistência à Compressão";
- NBR-13597/ABNT – "Procedimento para Qualificação de Mangoteiro de Concreto Projetado Aplicado por Via Seca".

3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O controle da água subterrânea é de fundamental importância quando necessitamos executar obras que estejam situadas abaixo do lençol freático. Este tipo de drenagem tem como finalidade retirar a água de percolação interna do maciço, reduzindo a vazão de percolação e as pressões neutras intersticiais. A drenagem profunda geralmente pode ser realizada pelos seguintes métodos:

- Rebaixamento por Poços Profundos (Figuras 3.1 e 3.2);
- Implantação de Conjunto de Poços Profundos (Figura 3.3);
- Rebaixamento por Drenos Horizontais Profundos (Figura 3.5);
- Rebaixamento por Trincheiras Drenantes (Figura 3.6).

Sabe-se que a formação geológica e a natureza do subsolo, associadas à permeabilidade dos solos ou da rocha, são determinantes na escolha do sistema de rebaixamento. Para rebaixamentos que envolvam grandes volumes d'água e rebaixamento do lençol além de 6 metros, deve-se prever um sistema de poços profundos, através de injetores ou de bombas submersas.

No caso de escavações rasas e rebaixamento de até 5 a 6 metros do lençol d'água, deve-se adotar um sistema convencional de ponteiras filtrantes.

Em encostas naturais e taludes de corte, os processos mais empregados são os que utilizam drenos subhorizontais profundos (DHP's), geralmente de pequeno diâmetro e executados em grande número. Além dos drenos profundos, utilizam-se outros processos para drenar o fluxo de água do interior dos maciços terrosos e rochosos, como por exemplo trincheiras drenantes executadas junto ao pé de uma massa instável.

Da mesma forma, a proteção superficial de taludes, que de uma maneira geral é considerada uma obra complementar, é de fundamental importância para consolidação dos taludes, pois qualquer obra de estabilização, quando exposta a intempéries, sem algum tipo de proteção superficial, pode ficar totalmente comprometida. Além dos problemas específicos que podem ocorrer com a obra, todo o seu entorno também pode ser afetado, com:

- assoreamento dos cursos d'água;
- erosões;
- rupturas remontantes.

Nestas diretrizes, serão abordados 4 tipos de proteção superficial:

- proteção vegetal de taludes (Figura 3.7);
- proteção dos taludes com concreto projetado (Figura 3.8);

- proteção com tela (Figura 3.9);
- proteção com imprimação asfáltica (Figura 3.10).

A implantação da proteção superficial deve ser executada imediatamente após a conclusão da obra, ou se possível, no término de cada etapa da obra.

PARTE A – REBAIXAMENTOS

4. REBAIXAMENTO POR POÇOS PROFUNDOS

Neste sistema, os poços atingem profundidades de até 30 m, com diâmetros que variam de 20 a 60 cm e ficam espaçados entre si de 4 a 10 metros.

O sistema por Poços Profundos pode ser realizado basicamente por dois métodos executivos:

- Poços Profundos com emprego de Injetores (Figura 3.1);
- Poços Profundos com emprego de Bombas de Eixo Vertical (Figura 3.2).

4.1 PERFURAÇÃO

A perfuração deverá obedecer às dimensões e exigências técnicas previstas no projeto. As alterações e adequações deverão ser autorizadas pela Fiscalização da obra. Caso ocorram instabilizações que provoquem o fechamento do furo, deve-se optar por revestir o furo. O revestimento deverá ser concomitante com a escavação, não devendo ser maior que 1 metro, a distância entre o fundo da escavação e a ponta inferior do revestimento.

Não será permitido o uso de lama bentonítica para contenção de furo em nenhuma hipótese, pois, ao estabilizar o furo, a bentonita torna o furo impermeável. Durante a perfuração, o nível d’água, dentro do revestimento, deverá estar permanentemente acima do lençol freático.

Deve ser garantido que o material escavado e a água de lavagem sejam adequadamente removidos, de modo a não causarem inconvenientes nas áreas da perfuração. Uma vez terminada a perfuração deverá ser feita, antes da descida dos tubos-filtro, uma limpeza do furo com circulação de água adicionando-se água limpa.

4.2 INSTALAÇÃO DOS TUBOS-FILTRO

Nos furos deverão ser instalados tubos-filtro, de acordo com as especificações de projeto. É vetada a utilização de tubos perfurados com aberturas sem proteção, e perfurados com maçarico ou por qualquer outro processo que prejudique a resistência do tubo e também a característica do filtro, além de prejudicar a drenagem da água para dentro do mesmo.

Para fins de transporte e estocagem, os tubos deverão receber somente uma proteção oleosa fina, a fim de impedir a corrosão. Fica, entretanto, vetada a utilização de impermeabilizantes de alta viscosidade que possam obturar as aberturas dos tubos-filtro.

Os comprimentos dos trechos de tubos lisos (não perfurados) e dos tubos filtrantes deverão ser os estipulados nos projetos.

Na extremidade inferior do conjunto, deve existir um tubo liso e fechado na base, com cerca de 1,50 m de comprimento, destinado a receber a bomba submersa e permitir que as partículas finas de solo que penetram dentro dos tubos, mesmo após a limpeza, sofram um processo de decantação.

Os tubos-filtro a serem utilizados deverão ter os trechos perfurados com comprimentos de 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 metros, a fim de poderem ser utilizados conforme as necessidades de projeto, sem prejuízo da solda e evitando aberturas irregulares ou perdas de resistência nos cortes dos mesmos.

Os tubos a serem colocados dentro da perfuração deverão ter suas peças ou trechos soldados com solda contínua, a fim de permitirem uma vedação absoluta. A soldagem deverá ser cuidadosa, a fim de não causar problemas de alinhamento e verticalidade dos tubos, ou pontos de menor resistência.

Todo o conjunto de tubos deverá ser dotado de alças espaçadoras, colocadas na base dos tubos a cada 3 ou 4 metros, permitindo manter sua centralização na perfuração e a perfeita verticalidade. A fixação destas alças no tubo deverá ser de maneira que não prejudique a camada filtrante, assim como as aberturas dos tubos-filtro.

A descida do conjunto de tubos deve ser cuidadosa e pelo seu próprio peso. Não poderá ser utilizado nenhum esforço adicional para colocá-las nas cotas definitivas. Caso haja problemas de fechamento de poço, será necessário executar uma nova limpeza para retirar o material decantado, ou quando autorizado pela Fiscalização, aumentar a profundidade da perfuração.

A cota de base do conjunto de tubos deverá ser exatamente a estipulada no projeto, mesmo que as perfurações tenham prosseguido além do normal e os espaços vazios deverão ser preenchidos com material filtrante.

4.3 PRÉ-FILTRO

Duas montagens alternativas deverão estar disponíveis na obra, para serem empregadas de acordo com os resultados que forem sendo obtidos.

a) Manta geotêxtil + material granular

Nesta alternativa, os tubos-filtro deverão ser envolvidos em geotêxtil (1 ou 2 camadas) no trecho estipulado no projeto. A manta geotêxtil deverá ser presa ao tubo com fio de nylon resistente e com braçadeiras de fita plástica a cada 50 cm. A borda deverá ser costurada.

O espaço entre o tubo-filtro e a parede do furo deverá ser preenchido com areia limpa de granulometria compatível com uso em concreto.

b) Tela de nylon + pré-filtro de material granular

Nesta alternativa, o tubo-filtro será envolvido por uma ou mais camadas de tela de nylon com abertura de 0,60 mm, amarrada ao tubo com fio resistente de nylon e com braçadeiras de fita plástica a cada 50 cm. O espaço entre o tubo e a parede do furo deverá ser preenchido com um pré-filtro de material filtrante e natural, constituído por areia e cascalho com curva granulométrica obedecendo ao critério de filtro para a camada de solo local.

O material granular a ser utilizado deverá ser aprovado pela Fiscalização através da apresentação da curva granulométrica, e colocado na obra devidamente protegido e limpo.

Este material, durante sua colocação nos poços, não deve entrar em contato com o solo da superfície, e nem ser acumulado na boca do poço sem isolamento com o solo. Não poderá ser utilizado como material filtrante o material proveniente de britagem (pedrisco). No caso de poços com vários trechos de tubos-filtro alternados com tubos lisos, será necessário executar selos da vedação nas cotas estipuladas nos projetos.

Acima do nível do material filtrante mais próximo da superfície, até a boca do poço, o trecho deverá ser devidamente preenchido com argila socada ou bentonita-cimento.

Em cada poço deverá ser instalado um indicador de N.A. (I.N.A.) no espaço entre a parede do furo e os tubos-filtro. Os tubos utilizados poderão ser de PVC com um Ø de 1 ½” e deverão ter na extremidade inferior, um trecho perfurado de 2,00 m, com orifícios envolvidos por uma tela de nylon com 0,6 mm de malha. A cota de base da instalação será a cota inferior do tubo-filtro mais profundo.

A extremidade superior dos conjuntos de tubos deverá permanecer fechada, com a colocação de flange metálica, com orifícios justos para a passagem da tubulação da bomba e dos cabos de comando, impedindo que sujeiras ou objetos penetrem no interior das mesmas.

A extremidade superior do indicador de N.A. também deverá ser protegida e localizada em altura que facilite as leituras. Para maiores detalhes do monitoramento do N.A. deverão ser consultadas as Diretrizes Executivas de Serviços ES-G05 – Instrumentação, da PCR.

4.4 LIMPEZA

Antes da instalação do conjunto de tubos do material filtrante e dos selos de vedação deverá ser iniciada a operação de limpeza, com “air-lift” e/ou êmbolo mecânico, num tempo suficiente para que sejam removidas todas as partículas finas retidas no material filtrante, tubos-filtro e paredes da perfuração.

Outros processos, como aqueles utilizados para o “desenvolvimento em poços de captação de água” (LEONARDS, G. A.), poderão ser empregados, desde que sejam aprovados pela Fiscalização, que não afetem a zona filtrante, e que sejam eficazes. A limpeza mal executada comprometerá a eficiência do poço e provocará desgaste excessivo na bomba submersa.
Na parte superior junto à superfície, deverá ser executada uma caixa de proteção de madeira.

4.5 BOMBAS E INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Na extremidade inferior do poço, onde se situa o tubo liso fechado, deverá ser instalada uma bomba tipo submersa centrífuga, com capacidade suficiente de bombeamento, conforme as alturas de recalque e as vazões previstas no projeto.

Estas bombas devem ser dotadas de uma válvula de retenção, a fim de não permitir o retorno da água bombeada para o poço quando a mesma for desligada, ou quando o registro de controle da superfície for fechado. Os tubos, conexões, hidrômetros, válvulas, registros que ligam as bombas até os tubos de descarga na superfície, deverão ser dimensionados sempre em função da capacidade das bombas.

Em cada poço deverá ser instalado 1 (um) hidrômetro apropriado e um registro de controle de saída d'água.

A operação das bombas deverá ser automática, comandada por dois eletrodos, de comando, um superior e um inferior e que se localizam próximos à base do poço e da bomba submersa. Estes dois eletrodos deverão estar distanciados de aproximadamente 1,0 metro, e as cotas em que deverão permanecer serão estipuladas pelos projetos.

Acima do eletrodo de comando superior de cada poço e, a uma distância de 1,0 metro, deverá ser instalado um eletrodo de alarme.

Todos os três eletrodos deverão ser ligados ao painel central de controle.

Todas as ligações elétricas deverão estar bem isoladas, e quando forem enterradas é necessário instalar tubos de proteção e caixas para verificação de eventuais avarias no sistema elétrico.

O funcionamento dos poços deverá ser feito somente através do painel de controle e deverá ser automático, entretanto deverá ser mantida também a possibilidade de ligar e desligar as bombas, manual e individualmente.

A instalação elétrica deverá ser feita, de tal forma que cada bomba possa ser ligada separadamente, a partir de um painel de controle que deverá estar instalado em abrigo coberto. A instalação elétrica, interligando os vários painéis, deverá ser em forma de um

circuito fechado, para que um possível corte parcial no circuito elétrico do canteiro de obras não desligue nenhuma bomba. Deverão ser previstos medidores elétricos de funcionamento, bem como medidores de consumo de energia. Toda a instalação elétrica estará ligada a um sistema de alarme do tipo sonoro e ótico, com a finalidade de permitir o conhecimento imediato de qualquer avaria no sistema elétrico ou das bombas.

Deverão ser instalados, ainda, dois geradores de emergência com capacidade suficiente para fornecer energia no caso de um colapso da rede elétrica, e que deverão ficar em lugar abrigado.

Deve ser assegurado que os geradores de emergência sejam submetidos a dois testes de funcionamento por semana. A ligação dos geradores ao sistema elétrico deverá ser extremamente rápida e acessível. Para a segurança do sistema, deverão ser mantidas bombas sobressalentes, canos, peças do sistema elétrico, fusível, parafusos, válvulas, canos em T, combustível para os geradores, enfim todos os elementos necessários ao funcionamento contínuo do sistema de rebaixamento.

Os poços mal construídos, com materiais e execução em desacordo com a presente diretriz, deverão ser substituídos por outros corretamente executados, sem qualquer ônus para a PCR.

4.6 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Cada poço de rebaixamento será ligado a tubos coletores de água que deverão ter diâmetro adequado, de acordo com a quantidade de água a ser bombeada. A água proveniente dos tubos coletores deverá ser canalizada e lançada fora da área de trabalho através de tubulações absolutamente estanques.

Uma vez instalado todo o sistema, deverão ser testadas todas as instalações elétricas e partes mecânicas dos poços, antes de iniciar o bombeamento propriamente dito.

Antes da ligação dos poços, deverão ser registrados todos os níveis d'água, através de leituras de poços, piezômetros e indicadores de nível d'água, em toda a região a ser rebaixada, e também deverão ser anotadas as leituras nos hidrômetros que serão consideradas as iniciais.

O início do bombeamento não deverá ocasionar um rebaixamento brusco do nível d'água, devendo ser a capacidade de bombeamento aumentada gradativamente e cuidadosamente, através do registro de controle, localizado na "boca" de cada poço.

A vazão poderá ser regulada pelo registro, de tal forma que o circuito das bombas seja ligado e desligado no máximo cinco vezes por hora, ou inicialmente, em regime de operação contínua, até a estabilização da vazão.

Durante o rebaixamento do nível d'água, deve ficar assegurado o conserto imediato de qualquer avaria, que porventura surja na parte elétrica ou mecânica, mesmo quando ocorrida nos domingos ou feriados.

Deverá ser mantida uma constante manutenção do sistema, incluindo, além dos reparos necessários a quaisquer problemas surgidos com as partes elétricas, mecânicas ou hidráulicas, a limpeza dos poços, das caixas de proteção e áreas vizinhas dos poços; o abrigo do painel de controle e dos geradores; a manutenção e organização dos trabalhos de leituras para o controle do rebaixamento durante o funcionamento dos poços. Os danos causados por acidentes e as alterações necessárias surgidas durante o decorrer da obra em qualquer parte do sistema, incluindo os piezômetros, medidores de N.A., tubos coletores, fiação, etc., devem ser imediatamente restituídos ou executados, sem afetar a normalidade do funcionamento dos poços, informando sempre a Fiscalização. A Figura 3.3 apresenta arranjos típicos para implantação de conjuntos de poços profundos.

5. REBAIXAMENTO POR PONTEIRAS FILTRANTES

As ponteiras poderão ser do tipo injetadas, cravadas ou instaladas em pré-furos, como indicado na Figura 3.4. A escolha final do tipo de ponteira a ser utilizada varia de acordo com o tipo de solo.

A ponteira propriamente dita deverá ser constituída de ferro galvanizado com 1 ½” a 2 ½” de diâmetro, perfuradas, ranhuradas, protegidas ou não, por telas que impeçam a entrada de partículas finas do solo. As aberturas e a distribuição das mesmas, assim como a utilização de telas protetoras e suas respectivas malhas, variam conforme a granulometria. O comprimento das ponteiras varia de 1,0 a 1,5 m. Estas condições e dimensões devem ser as que constam nos projetos.

Acima do trecho perfurado, deverão ser conectados tubos cujos comprimentos variam conforme as necessidades de projeto. O comprimento total das ponteiras deverá ser no máximo de 7,0 m. O diâmetro destes tubos deverá ser o mesmo utilizado nas ponteiras.

Cada ponteira deverá ser acoplada ao tubo coletor. Este tubo deverá ser também de ferro galvanizado com 4 a 6” de diâmetro e deve possuir pontos de conexão para as ponteiras a distâncias fixas, a fim de atender aos diversos espaçamentos entre as mesmas. Estes espaçamentos, dependendo de permeabilidade do solo e da altura de rebaixamento, podem variar de 0,30 a 2,00 metros.

As ponteiras deverão ser acopladas ao tubo coletor através de mangotes flexíveis, a fim de reduzir as perdas de carga, e de um registro para controle do vácuo e da vazão.

O tubo coletor deverá ser ligado a um conjunto de bombas de vácuo e de recalque d’água.

O conjunto de bombas deverá ser dimensionado com capacidade suficiente para possibilitar uma sucção d'água do subsolo através das ponteiras acopladas ao conjunto. Quando o projeto previr grande número de ponteiras, deverão ser utilizados vários conjuntos de bombas, ao invés de um único, acoplando-se em cada um uma média de 50 ponteiras (em uma avaliação inicial).

Os conjuntos de bombas poderão ser fixos ou móveis, devendo, no entanto, estar sempre protegidos. Deverão ser instalados dois geradores de emergência para eventuais colapsos de energia. Nos conjuntos de bombas, deverão ser instalados hidrômetros e vacuômetros.

A água bombeada deverá ser lançada, por gravidade, através de tubulação própria, até a rede de drenagem existente (ou eventuais córregos próximos às obras).

Antes do início de rebaixamento, deverá ser verificado e testado o sistema, eliminando-se as possíveis entradas falsas de ar e conseqüente perda de eficiência.

Durante a operação do sistema, a manutenção deverá ser permanente. Deverá ser evitada a entrada de ar nas ponteiras após o início do rebaixamento, controlando-se através dos registros individuais das mesmas.

Os vacuômetros deverão ser permanentemente controlados. Diariamente, deverá ser anotada a leitura dos vacuômetros e hidrômetros dos conjuntos.

Qualquer dano causado por acidentes ou defeitos no funcionamento do sistema deverá ser sanado imediatamente, mesmo que ocorram em domingos e feriados.

6. REBAIXAMENTO POR DRENOS HORIZONTAIS PROFUNDOS

Os drenos horizontais profundos (DHP's) (Figura 3.5) são tubos instalados em furos de sondagem para captação de águas subterrâneas, rebaixando o nível do lençol freático, reduzindo o desenvolvimento das pressões neutras e prevenindo a ocorrência de erosão tubular regressiva (“pipping”).

Os DHP's devem ser executados de acordo com a localização e disposições indicadas no projeto. Os tubos de drenagem são geralmente de PVC rígido, com diâmetros entre 25 e 75 mm, instalados em perfurações sub-horizontais Nx ou Bx, com inclinação de $5°$ a $10°$ com a horizontal.

Durante as perfurações, deve-se evitar, tanto quanto possível, desvios no alinhamento previsto em projeto, devido às camadas mais resistentes ou presença de matacões.

Os tubos devem ter a extremidade interna obturada e a extremidade livre com pelo menos 20 cm para fora da superfície do terreno ou estrutura de contenção.

O trecho perfurado dos tubos deve ser envolvido com geotêxtil ou tela de nylon, que funciona como filtro, evitando-se a colmatação e o carreamento do solo. Durante o processo de perfuração devem ser anotadas as eventuais perdas d'água de circulação, as ressurgências d'água por pressão artesiana, bem como as fendas ou vazios encontrados.

Após a instalação dos drenos, devem ser feitas leituras de vazão durante quatro dias, a partir da data de sua instalação e em intervalos de 24 horas. As leituras posteriores serão programadas de acordo com o observado inicialmente. As águas drenadas devem ser coletadas e conduzidas para fora da área, até locais apropriados para seu lançamento.

7. REBAIXAMENTO POR TRINCHEIRAS DRENANTES

As trincheiras drenantes (Figura 3.6) são drenos enterrados, utilizados tanto para captar a água que percola pelo maciço de solo como para conduzir esta água até pontos de captação ou lançamento na superfície.

Utilizam-se trincheiras drenantes com freqüência, longitudinalmente junto às bordas do pavimento, com o objetivo de impedir a subida do nível d'água no subleito do pavimento.

Em taludes de cortes e no preparo da fundação de aterros, também são usadas freqüentemente em trechos úmidos ou com surgências d'água. Nestes casos, as trincheiras captam a água percolada pelo maciço, evitando que ela aflore e escoe na superfície, impedindo assim a ocorrência de erosões e/ou rupturas.

Atualmente, as trincheiras drenantes são executadas com núcleo de brita ou cascalho envolvido com geotêxteis, tornando-se o processo construtivo mais rápido, quando comparado com o envolvimento do núcleo com areia.

A trincheira deve ser aberta de jusante para montante a fim de evitar acúmulos de água, e a declividade de fundo não deve ser inferior a 1%. Em trincheiras, com mais de 1,5 m de profundidade, a vala deve ser escorada.

Na operação de reaterro das trincheiras, a uma profundidade aproximada de 50 cm, antes de chegar a cota da superfície, enterrar ao longo da trincheira uma fita plástica não degradável de 10 cm de largura, do tipo de sinalização visual utilizada em obras urbanas, na cor amarela com faixas pretas e com dizeres PCR, ao longo da mesma.

Os últimos 20 cm próximos à superfície do terreno devem ser preenchidos com material argiloso compactado.

Na saída d'água da trincheira drenante, deverá ser construída uma caixa de dissipação, de forma a impedir a formação de processos erosivos.

PARTE B – PROTEÇÕES SUPERFICIAIS

8. PROTEÇÃO VEGETAL DE TALUDES

A proteção vegetal consiste na implantação de vegetação diversa, com o fim de preservar as áreas expostas de taludes, dando-lhes condições de resistência à erosão superficial. A determinação do tipo de proteção vegetal está diretamente associada às características da área na qual deverá ser utilizada, como tipo de solo, inclinação do talude e condições climáticas. Dentre estas técnicas, destacam-se:

8.1 GRAMA EM PLACAS

Processo utilizado para o revestimento de taludes, quando se deseja uma rápida cobertura, com a máxima eficiência. Neste caso, a grama é obtida em gramados plantados, e posteriormente, recortada em placas com cerca de 30 a 50 cm de largura, cuja espessura inclui o solo enraizado (5 a 8 cm) (Figura 3.7). A aplicação nos taludes é feita, geralmente, sobre uma delgada camada de solo fértil pré-colocada, de forma que as placas de grama cubram total e uniformemente a superfície.

8.1.1 Preparo da superfície

Para que se inicie o serviço de plantio de grama, deverão ser tomadas medidas preliminares, como o preparo manual da área, remoção de excesso de terra solta e regularização das superfícies que receberão o revestimento vegetal.

Após o preparo da área, a mesma deverá receber uma camada de 5 centímetros de terra vegetal, adubada convenientemente, com acidez e alcalinidade apropriadas.

8.1.2 Aplicação da grama

Em taludes com inclinações superiores a 1,0V:2,0H, fixam-se as placas pela cravação de estaquinhas de madeira ou bambu, podendo-se também utilizar grampos metálicos em formato de "U".

À medida que as placas forem sendo implantadas, deverão ser irrigadas periodicamente, objetivando o crescimento e fixação definitiva da grama. As placas de grama deverão ser assentadas de tal forma que as juntas sejam unidas o mais estreitamente possível e de forma alternada umas às outras, especialmente no sentido do escoamento das águas pluviais.

A área gramada deverá ser recoberta por aproximadamente 2 centímetros de terra vegetal, sendo em seguida rastelada e compactada com soquetes de madeira.

8.1.3 Manutenção e reparos

A área plantada deverá sofrer manutenção até que ocorra a pega total da grama, o que incluirá:

- replantio da grama;
- adubação adicional;
- eliminação de ervas daninhas e pragas.

Decorridos 3 meses do término dos serviços, deve-se executar o primeiro corte e a erradicação de pragas do gramado, sendo que o produto resultante desses serviços deve ser removido para local de "bota-fora" adequado.

Durante os 6 meses, a contar da data de recebimento da obra, a Executora será responsável pela sobrevivência da grama, e se surgirem locais onde a grama não tenha pego, deve-se repor a grama necessária.

8.2 GRAMA ARMADA

O sistema de proteção com grama armada deve ser aplicado nos taludes resultantes dos procedimentos executivos em que se denote a dificuldade de crescimento da grama com fixação convencional, principalmente em taludes íngremes em terrenos suscetíveis a processos erosivos.

8.2.1 Plantio de grama

Deverão ser adotados os procedimentos descritos no item 4.1.2 desta Diretriz quanto ao plantio das placas de grama.

A fixação provisória das placas de grama antes da colocação da tela plástica deverá ser efetuada conforme item 4.1.2 em tempo tal que se evite qualquer escorregamento das placas colocadas, nas inclinações dos taludes.

8.2.2 Instalação da tela plástica

Deverá ser utilizada tela plástica de acordo com o especificado em projeto. A aplicação da tela plástica deverá ser efetuada no mesmo dia do plantio de grama de determinada área, de forma a se evitar escorregamentos das placas já dispostas sobre os taludes.

A tela plástica deverá ser solidarizada e amarrada às armaduras do sistema de drenagem superficial (canaletas / descidas d'água) antes da concretagem de tais dispositivos. Em pontos onde não se prevê a amarração da tela no sistema de drenagem ou mesmo outros dispositivos detalhados pelo Projeto, as ancoragens superior e inferior da tela serão obtidas através do engastamento de no mínimo 60 cm no terreno, com a abertura de vala a ser preenchida imediatamente e compactada com soquetes normais e posterior proteção superficial do terreno.

A fixação da tela nos taludes deverá ser efetuada de acordo com os detalhes previstos no Projeto. A amarração das telas plásticas de espera e do talude deverá ser efetuada longitudinalmente com material de resistência compatível com a da tela utilizada e protegido contra corrosão. Para taludes em solo, a fixação da tela será efetuada pelo cravamento de grampos de aço CA-50 em "U" com diâmetro de 8 mm e no mínimo 30 cm de ancoragem. O comprimento de ancoragem poderá ser modificado a critério da Fiscalização. A cravação será efetuada principalmente nas emendas das telas, com espaçamento de 2 metros e alternada com relação à faixa seguinte. Em pontos onde o talude apresente irregularidades, deverá ser prevista uma maior concentração de pontos de cravação.

No tocante às emendas das telas, deverá ser observado o recobrimento de 3 elos, respeitado o mínimo de 30 cm de transpasse. Após a conclusão dos serviços de instalação da tela plástica, deverá ser feito um recobrimento sobre a tela com solo vegetal.

8.3 HIDROSSEMEADURA

Neste processo as sementes de gramíneas, leguminosas ou outros vegetais são lançados sobre o talude em meio aquoso, que contém também um elemento fixador e nutrientes. Desta maneira, atingem-se maiores áreas em curto espaço de tempo e a custos relativamente baixos. No entanto, sua eficiência depende muito das condições climáticas e das características de fertilidade do solo, pois não é implantada nenhuma camada adicional de solo fértil no talude. Este processo requer um elevado controle e acompanhamento "a posteriori" para garantir a fixação e desenvolvimento da vegetação.

8.4 PLANTIO DE MUDAS

Para se usar o processo de plantio através de mudas, deve-se revestir a superfície do terreno com uma camada de solo fértil.

A fixação da tela nos taludes deverá ser efetuada de acordo com os detalhes previstos no Projeto. A amarração das telas plásticas de espera e do talude deverá ser efetuada longitudinalmente com material de resistência compatível com a da tela utilizada e protegido contra corrosão. Para taludes em solo, a fixação da tela será efetuada pelo cravamento de grampos de aço CA-50 em “U” com diâmetro de 8 mm e no mínimo 30 cm de ancoragem. O comprimento de ancoragem poderá ser modificado a critério da Fiscalização. A cravação será efetuada principalmente nas emendas das telas, com espaçamento de 2 metros e alternada com relação à faixa seguinte. Em pontos onde o talude apresente irregularidades, deverá ser prevista uma maior concentração de pontos de cravação.

No tocante às emendas das telas, deverá ser observado o recobrimento de 3 elos, respeitado o mínimo de 30 cm de transpasse. Após a conclusão dos serviços de instalação da tela plástica, deverá ser feito um recobrimento sobre a tela com solo vegetal.

No entanto, a aplicação fica restrita a inclinações brandas (1V:2H), pois as águas das chuvas podem provocar o escorrimento do material de cobertura.

8.5 COBERTURA VEGETAL DE MÉDIO E GRANDE PORTE

Em locais em que a vegetação natural tenha sido removida e que mostrem alto risco de ocorrência de escorregamentos, uma solução possível é a implantação de uma cobertura vegetal similar àquela anteriormente existente. Pretendendo-se assim aumentar a resistência das camadas superficiais de solo, além de protegê-las contra a erosão superficial.

Este tipo de cobertura vegetal deve cumprir as seguintes funções:

- apresentar crescimento rápido e que garanta a proteção do terreno durante todas as estações;

- desenvolver raízes resistentes e de longo alcance;
- adaptar-se ao clima local e ser de fácil obtenção;
- não apresentar atrativos que induzam o acesso à área;
- ser composta por mais de uma espécie, para evitar as desvantagens de formações monoculturais, com comportamento sazonal homogêneo e eventual ataque de pragas.

9. PROTEÇÃO DOS TALUDES COM CONCRETO PROJETADO

A execução das proteções de talude com concreto projetado deverá ser feita conforme indicado nos desenhos de projeto (Figura 3.8). O processo de proteção superficial de taludes em solo com concreto projetado deverá ser aplicado sobre tela metálica devidamente fixada no terreno. Os trabalhos de proteção superficial de taludes com concreto projetado abrangerão:

- Limpeza da área a ser revestida;
- Produção de concreto projetado com características pertinentes à utilização que se destina. Neste sentido, a mistura, a proteção e a cura deverão estar de acordo com um plano previamente aprovado pela Fiscalização e com as normas e diretrizes da PCR pertinentes ao tema (vide Diretrizes Executivas de Serviços, ES-E06 – Concretos da PCR);
- Execução de drenagem quando solicitado pela Fiscalização ou pelo projeto.

9.1 MATERIAIS

Todos os materiais a serem aplicados deverão ser adequadamente controlados através de ensaios baseados em normas brasileiras.

O cimento a ser utilizado deverá ser o Portland Comum e atender aos requisitos constantes da norma NBR-5732. Deverá ser utilizado cimento em sacos, de preferência. O cimento deverá ser armazenado em lugar seco e abrigado sobre tablados de madeira, distante de pelo menos 15 cm do solo e das paredes.

Os agregados miúdos e graúdos deverão atender às exigências da NBR-7211 da ABNT. Sempre que houver alteração na procedência, os agregados deverão ser novamente ensaiados e avaliados.

Caso o material aprovado originalmente não mais esteja disponível, caberá à Empreiteira a localização de outras fontes que produzam agregados utilizáveis para o concreto projetado.

A água para mistura deverá ser limpa, isenta de óleo, material orgânico e impurezas que possam prejudicar a pega e o posterior endurecimento do concreto. As emendas das telas deverão ter sobreposição de 3 espaços mais 2 franjas, respeitando o mínimo de 20 cm.

As telas deverão ser firmemente fixadas com a utilização de grampos metálicos cravados no maciço, de acordo com as indicações dos desenhos de projeto. A Fiscalização poderá exigir pontos de fixação adicionais, bem como alterar os espaçamentos e os comprimentos acima mencionados, dependendo das condições locais.

9.2 DOSAGEM

A dosagem do concreto projetado deverá ser apresentada pela Empreiteira à Fiscalização para avaliação e liberação. Esta dosagem deverá ser definida através de ensaios prévios, comprovando o atendimento às necessidades do Projeto com a apresentação de certificados de ensaios, onde deverão constar a dosagem, fator A/C, índice de reflexão, tipo e dosagem do aditivo, consumo de cimento e as resistências à compressão, absorção e densidade.

9.3 EQUIPAMENTOS PARA CONCRETO PROJETADO

A Empreiteira deverá possuir um conjunto de equipamentos de projeção com a capacidade de fornecimento contínuo da mistura.

A Empreiteira deverá utilizar equipamento apropriado para a mistura de cimento, agregado e eventuais aditivos, com velocidades corretas. Para tanto, o equipamento deverá permitir o controle da pressão do ar que movimenta a mistura seca, bem como da pressão da água ao penetrar no bico de projeção.

Os compressores deverão ter potência para manter, sem flutuação, pressões suficientes no mangote. Os manômetros para o controle da pressão do ar e da água deverão ser calibrados periodicamente, e quando a Fiscalização julgar necessário.

A mistura de cimento, aditivos e agregados deverá ser feita a seco, por tempo não inferior a 2 min. Após misturados os componentes, a mistura obtida deverá ser aplicada no intervalo máximo de 1 h; caso contrário, será rejeitada pela Fiscalização. Deverá ser feita, periodicamente, limpeza do equipamento para eliminar misturas que tendam a permanecer na superfície interna do mesmo.

A água deverá ser injetada sob pressão no bico de projeção, onde a mesma se junta ao fluxo da mistura de cimento e agregados, através de um tubo separado. A pressão e a velocidade da água devem ser convenientemente controladas para se obter um fator água/cimento adequado. Um fator água/cimento muito baixo aumentará a reflexão e muito alto provocará o deslocamento do concreto colocado, por gravidade.

O diâmetro do bico de projeção deverá ser adequado para o tipo de trabalho. O comprimento do tubo com a mistura seca não deverá ser superior a 3 m, salvo casos especiais aprovados pela Fiscalização.

9.4 LIMPEZA E TRATAMENTO SUPERFICIAL DO TERRENO

A superfície a ser revestida deve ser completamente limpa e, quando necessário, raspada com escova de aço, sendo removidos quaisquer materiais orgânicos, gravetos, regiões fofas, materiais soltos ou outros resíduos que possam prejudicar a aderência do concreto

projetado ao maciço. As superfícies deverão ser mantidas úmidas antes da aplicação do concreto projetado.

Se houver infiltrações no maciço, as mesmas deverão ser adequadamente controladas com a instalação de drenos.

9.5 APLICAÇÃO DO CONCRETO PROJETADO

A Empreiteira deverá manter equipes experientes neste tipo de serviço, podendo a Fiscalização exigir testes de qualificação do mangoteiro, a qualquer momento. O bico de projeção deve ser mantido inclinado à superfície a ser revestida a uma distância próxima da mesma, com a finalidade de evitar reflexão.

O ar comprimido utilizado na projeção deverá estar completamente isento de impurezas, como por exemplo a emulsão de óleo lubrificante proveniente dos compressores. Durante a projeção, os valores da pressão do ar e da água deverão ser mantidos constantes.

A velocidade da mistura ao deixar o bico de projeção dependerá do diâmetro do mesmo. Para diâmetros acima de 1 ½", a velocidade ótima está situada entre 120 m/s e 180 m/s. No que não conflitar com as orientações aqui contidas, poderão ser observadas as recomendações da norma NBR-13597, da ABNT.

9.6 ESPESSURA DO CONCRETO PROJETADO

A espessura do concreto, que deverá ser convenientemente controlada, poderá ser determinada por meio de grampos de aço fixadas na superfície a ser tratada, eventualmente após a primeira demão.

Para alcançar a espessura especificada conforme projeto, o concreto projetado deverá ser executado em várias demãos, devendo a demão anterior estar entre a fase inicial e final de pega e ter uma espessura de 3 a 5 cm. O intervalo entre as duas aplicações deverá

estar entre 30 min. e 1 h. As várias demãos aplicadas deverão ter a mesma dosagem e o mesmo fator água/cimento.

9.7 REFLEXÃO

Em superfícies verticais e medianamente inclinadas, a reflexão deverá ser de, no máximo, 30% e 20%, respectivamente. A Empreiteira deverá tomar o cuidado de reduzir a reflexão, usando fator água/cimento adequado e evitando sobrecarregar a superfície com concreto fresco em demasia. O concreto refletido deverá ser removido antes do início da pega, não podendo em nenhuma hipótese ser reaproveitado. Deverá ser impedido que o material refletido atinja superfícies a serem revestidas. Para tanto, superfícies verticais e inclinadas deverão ser revestidas de baixo para cima.

9.8 CURA

O concreto projetado deverá ser curado por umedecimento por um período de 14 (quatorze) dias, não se permitindo a secagem de partes da superfície durante este período de cura.

Quando for utilizado aditivo de aceleração de pega ou cimento de alta resistência, o período de cura poderá ser reduzido com autorização da Fiscalização para, no mínimo, 7 (sete) dias. A água a ser aplicada deverá ser limpa e isenta de substâncias nocivas. O processo de cura poderá ser por aspersão, por névoa ou ainda pelo uso de material de cobertura mantido continuamente molhado.

A cura química só poderá ser aplicada com a aprovação prévia da Fiscalização, desde que comprovada sua eficiência através de ensaios.

Nos revestimentos executados a céu aberto, o concreto projetado deverá ser protegido contra a incidência direta de raios solares por um período de três dias. Antes do início dos trabalhos de revestimento, a Empreiteira deverá estar de posse de todo o equipamento necessário à cura e proteção do concreto projetado.

9.9 IMPERFEIÇÕES NO REVESTIMENTO

Se o concreto colocado estiver demasiadamente seco ou úmido, ou se tiver qualidade incompatível com a especificada, a Fiscalização poderá suspender os trabalhos e mandar remover as partes defeituosas.

A presença, no revestimento executado, de vazios ou "chocos" e de áreas contendo material refletido poderá ser detectada utilizando-se uma ferramenta apropriada. As imperfeições deverão ser removidas e substituídas por nova aplicação de concreto projetado, conforme suas dimensões.

9.10 ARMAÇÃO DO CONCRETO PROJETADO

O concreto projetado, conforme o Projeto, poderá ser armado com tela metálica ou misturado com fibras metálicas. A tela será fixada garantindo-se o espaçamento especificado através de grampos metálicos. Em seguida, será aplicada a primeira demão de concreto projetado.

Os trabalhos de instalação da tela metálica abrangem a marcação dos pontos de fixação da tela, a cravação dos grampos com material adequado e a fixação da tela aos grampos. Quando aplicado sobre a tela, o jato deverá ser dirigido para a mesma com uma pequena inclinação de cada lado, de modo a evitar a formação de vazios e garantir aderência da tela ao concreto.

A tela metálica deverá ser presa firmemente com o espaçamento que garanta boa aderência ao terreno. As sobreposições da tela não poderão ser inferiores a 20 cm e deverão ser amarradas com arame, onde existirem lacunas.

Quando for empregado concreto projetado misturado com fibras metálicas, a dosagem deverá ser definida em projeto, porém deverá ser confirmada através de ensaios prévios à execução.

9.11 DRENAGEM

A critério da Fiscalização, deverão ser previstos barbacãs para se evitar subpressões indevidas. A disposição e a profundidade dos mesmos, quando não indicadas no projeto, serão fornecidas pela Fiscalização.

9.12 CONTROLE DE QUALIDADE

A Fiscalização poderá exigir, quando julgar necessário, a execução de ensaios para a determinação de resistência a 24 h, absorção e massa específica, para a comparação com os resultados obtidos nos ensaios prévios.

O controle de qualidade de rotina do concreto projetado deverá ser executado através de moldagem de painéis de 600 X 600 mm e espessura de 100 mm. A freqüência de moldagem destes painéis será a cada superfície contínua inferior a 200 m^2 ou a cada 200m^2 de superfície contínua revestida, porém mantendo-se o mínimo de uma amostragem a cada 7 dias ou conforme indicação da Fiscalização. Deverá, também, ser verificada a espessura do revestimento.

9.13 CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO

Caso a espessura observada através da extração de corpos-de-prova seja inferior à especificada nos desenhos de Projeto, com tolerância de 5%, a Empreiteira deve complementá-la com novas camadas até a espessura de projeto ou, no mínimo, com uma camada de 2,0 cm de espessura. Caso os resultados de absorção e massa específica não atendam aos requisitos estabelecidos, deverão ser realizados ensaios com uma nova mistura para a sua liberação pela Fiscalização.

9.14 REPAROS

Todas as regiões com defeitos de segregação, laminação, bolsões de areia, má aderência, etc., deverão ser reparadas pela Empreiteira sem qualquer custo adicional, por métodos a serem definidos pela Fiscalização, para cada caso.

Os buracos deixados após a extração de testemunhos não poderão ser preenchidos com concreto projetado, mas com concreto de maior resistência, de acordo com as Diretrizes Executivas de Serviços, ES-E06 –Concretos, da PCR.

10. PROTEÇÃO COM TELA

A execução das proteções de talude com tela deverá ser feita conforme indicado nos desenhos de projeto (Figura 3.9). Consiste na utilização de tela metálica fixada à superfície do talude por meio de chumbadores, em locais onde existe a possibilidade de queda de pequenos blocos de rocha, com o conseqüente descalçamento e instabilização das áreas sobrejacentes.

A tela deve estar protegida contra corrosão, principalmente quando instalada em meio agressivo. Para tanto, é usual o emprego de telas com fios galvanizados ou envoltos por capas plásticas.

11. PROTEÇÃO COM IMPRIMAÇÃO ASFÁLTICA

A execução das proteções de talude com imprimação asfáltica deverá ser feita conforme indicado no projeto (Figura 3.10). A sua aplicação é eficiente para evitar a erosão superficial e a infiltração da água, quando bem aplicada sobre superfície firme e isenta de material solto.

A sua execução consiste na aplicação de uma camada delgada de asfalto diluído a quente ou em emulsão, por rega ou aspersão. Apresenta, no entanto, dois inconvenientes:

- deteriora-se sob influência da insolação, exigindo reparos periódicos;
- não apresenta bom aspecto visual, devendo-se evitá-la em locais onde se deseja ter uma paisagem agradável.

Antes da sua aplicação, a superfície do talude deve ser aplainada, removendo-se todo o material solto, qualquer resíduo vegetal ou orgânico. Devem ser instalados, caso seja necessário, drenos tipo barbacã, para evitar o desenvolvimento de subpressões que possam provocar o desplacamento da cobertura.

12. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

12.1 – MEDIÇÃO

A medição dos serviços de rebaixamento de lençol freático obedecerá as seguintes diretrizes básicas:

- Rebaixamento por poços profundos, por conjunto instalado, incluindo todas as fases de execução, desde a perfuração até o início da operação;

- Rebaixamento, por ponteiras, por conjunto instalado conforme projeto específico;

- Rebaixamento por trincheiras drenantes, por metro linear conforme o projeto específico.

A medição da proteção vegetal de taludes será em metros quadrados, referida a área efetivamente tratada.

A medição de proteção de taludes, com concreto projetado será medido pelo volume de concreto aplicado, obedecidas as definições do projeto específico.

As proteções de talude com imprimação asfáltica serão medidas em metros quadrados, obedecidas todas as fases especificadas em projeto.

12.2 – PAGAMENTO

O pagamento dos serviços será feito pelos preços unitários contratuais, estando neles incluídos o fornecimento de equipamentos, matéria, mão-de-obra, encargos sociais e demais custos necessários a sua execução.

TUBO DE INJEÇÃO (PVC)
TUBO COLETOR (PVC)
SELO (SOLO ARGILOSO)
N.E.
TUBO
POÇO
H
MATERIAL DE FILTRO
N.D.
LUVA
N.D.
RASGOS
TELA DE NYLON
INJETOR
≥ 0,5m
TAMPÃO
IMPERMEÁVEL

Figura 3.1

Sistema de poços profundos com uso de injetores

REGISTRO
LAJE DE PROTEÇÃO
MEDIDOR DE NÍVEL
D'ÁGUA DO PRÉ - FILTRO
SOLO ARGILOSO
CENTRALIZADOR
PAREDE DA
PERFURAÇÃO
NÍVEL ESTÁTICO
TUBO DE
DESCARGA
TUBO LISO
PRÉ-FILTRO
TUBO FILTRO
N.D.
N.D.
ELETRODO DE
LIGAR A BOMBA
ELETRODO DE
DESLIGAR A BOMBA
BOMBA SUBMERSÍVEL

Figura 3.2

Sistema de poços profundos com emprego de bombas de eixo vertical

a) ARRANJO DE POÇOS CIRCULAR

b) ARRANJO DE POÇOS RETANGULAR

a, b, r, e = parâmetros geométricos dos arranjos, a serem definidos pelo projeto

Figura 3.3

Implantação de conjunto de poços profundos – planta

h
N.E. (NÍVEL D´ÁGUA ESTÁTICO)
SELO (SOLO ARGILOSO)
POÇO
≤ 4a5m(máx. EFETIVA)
TUBO DE SAÍDA
N.D.
N.D. (NÍVEL D´ÁGUA DINÂMICO)
H
≥ 0,5m
LUVA
TELA DE NYLON
MATERIAL DE FILTRO
PONTEIRA (MANTER SUBMERSA)
2,5cm
≥ 0,5m
TAMPÃO
IMPERMEÁVEL

Figura 3.4

Sistema de ponteiras filtrantes

Figura 3.5

Detalhe de um dreno horizontal profundo (DHP)

Figura 3.6

Detalhe de uma trincheira drenante

Figura 3.7

Proteção vegetal de taludes

Figura 3.8

Proteção com concreto projetado

Figura 3.9

Proteção com tela metálica.

Figura 3.10

Proteção com imprimação asfáltica.